

경남 거창 풍원 규석광상의 산상과 매장량 평가

양경희^{1*} · 윤성효²

¹부산대학교 자연과학대학 지구환경시스템학부, ²부산대학교 사범대학 지구과학교육과

Occurrence and Reserve Evaluation of the Poongwon Quartzite Deposit in Geochang, Kyongsangnam Province

Kyounghee Yang^{1*} and Sung-Hyo Yun²

¹Division of Earth Environmental System, College of Natural Science, Pusan National University, Pusan 609-735, South Korea

²Department of Earth Sciences, College of Education, Pusan National University, Pusan 609-735, South Korea

This paper attempts to locate and define a quartzite deposit in Geochang, Kyongsangnam Province in order to establish its commercial viability. The quartzite deposit (Poongwon Mine) occurs as lens or boudinage at the contact between mica schist of the Deogyusan formation and granite gneiss. During Precambrian, regional metamorphism and granitization may have caused the formation of quartzite layers through recrystallization and rearrangement of silica components derived from older sedimentary rocks, probably chert and/or sandstone. The deposit is composed of fine-grained milky, or light yellowish quartz showing weak laminations with fairly dense and rough appearance in outcrop. It reaches about 60 m(height)×140 m(length)×35m(width) with attitude of N57°E-N8°4E and 51°-60°NW. The average grade of the quartzite samples is SiO₂=94.4 wt%, Al₂O₃=3.3 wt%, Fe₂O₃=0.8 wt%, K₂O=0.7 wt%, which can be used for foundry, constructional materials, or concrete making. The proved reserve was estimated as 200,811 tonnage.

Key words : quartzite, Geochang, lens or boudinage, average grade, the proved reserve

본 연구는 경상남도 거창군 북상면 산수리 지역에 산출되는 풍원 규암광에 대한 산상과 매장량평가에 대한 것이다. 규암광은 선캠브리아시대의 광역변성작용과 화강암화작용에 의해 형성된 것으로, 덕유산층인 운모편암과 화강편암의 경계부에서 산출되고 있다. 본 규암층은 주변의 고기퇴적암류(체트, 사암)의 규소성분들이 추출되어 재결정되고 재배열되어 형성되어진 것이다. 규암층은 유색~담회색~담황색을 띠는 세립의 치밀하고 견고한 암상이며, 규암은 대부분 0.5~1 mm 내외의 석영으로 구성되어 있으며, 약한 열리가 발달되어 있다. 규암층은 주향 N57E-N84E, 경사 51-60NW(264/51~237/60)을 가지며, 부존 규모는 최대 층후 60 m, 연장 약 140 m, 최대 노두폭(露頭幅)이 약 35 m로 렌즈상 혹은 소세지형으로 산출되고 있다. 본 규석광의 산출평균품위는 SiO₂=94.4 wt%, Al₂O₃=3.3 wt%, Fe₂O₃=0.8 wt%, K₂O=0.7 wt%으로 주물사용, 건축용, 시멘트용으로 적합하다. 가체확정광량은 200,811 M/T으로 평가된다.

주요어 : 규암광, 거창군, 렌즈상, 산출평균품위, 가체확정광량

1. 서 론

경기육괴와 영남육괴에 분포하는 경기편마암복합체와 소백산편마암복합체는 선캠브리아시대의 지층으로 광범위한 광역변성작용과 화강암화작용을 수차례 경험

하였다(대한지질학회, 1999). 그 결과 변성도가 높은 편마암류와 규암을 형성하게 되었으며, 우리나라의 대부분의 규석광상은 경기육괴, 옥천대와 영남육괴에 분포하고 있다(Fig. 1). 영남육괴와 경기육괴의 기반암류는 지질학적으로 유사하지만 영남육괴 내에는 회장암

*Corresponding author: yangkyhe@pusan.ac.kr

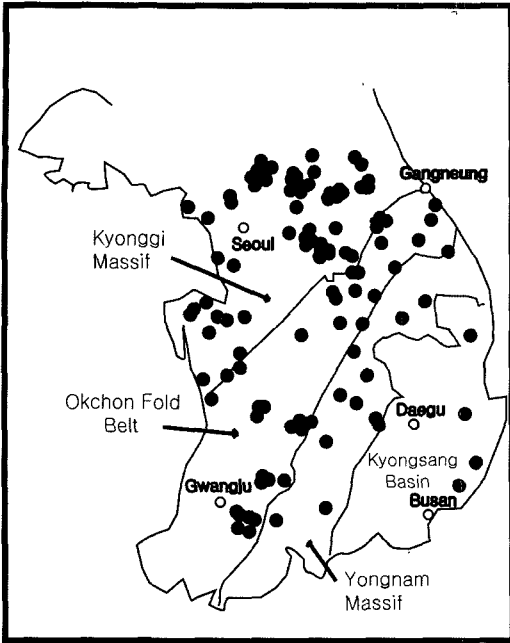


Fig. 1. Location map of about 140 quartzite deposits occurring in South Korea (modified after Korea Mining Promotion Corporation, 1988, 1989). Solid dots indicate quartzite mines.

이 대상으로 분포하는 것이 특징적인 것으로 알려져 있다(대한지질학회, 1999). 또한 규석광상의 분포수와 품위에서 영남육괴에 비해 경기육괴의 규석광상이 더욱 밀집되어 있는 것으로 보고되어 있으며(Fig. 1), 더 높은 품위를 가진 것으로 나타나고 있다(대한광업진흥공사, 1989).

본 연구는 경상남도 거창군 북상면 산수리 지역에 산출되는 풍원 규석광상에 대한 정밀야외조사, 광물학적, 지화학적 연구를 통해 산상, 매장량과 경제성 평가를 시행하였다. 본 규암광은 거창도폭(1:50,000, 김남장과 김정환, 1970) 북서부에 해당되는 지역으로 영남육괴(소백산육괴)의 서남부에 분포하는 소백산편마암복합체에 속하는 덕유산층과 조립질 화강편마암의 경계부에서 산출되고 있다(Fig. 2).

2. 지질개요

본 지역의 지질은 하부에서 상부로 가면서 선캠브리아기의 반상변정편마암\조립질화강편마암\덕유산층과 중생대 화강암류로 이루어져 있다(김남장과 김정환, 1970). 이 암석들은 지질학적으로 영남육괴(또는 소백산육괴)의 서남부에 분포하는 소백산편마암복합체로 이

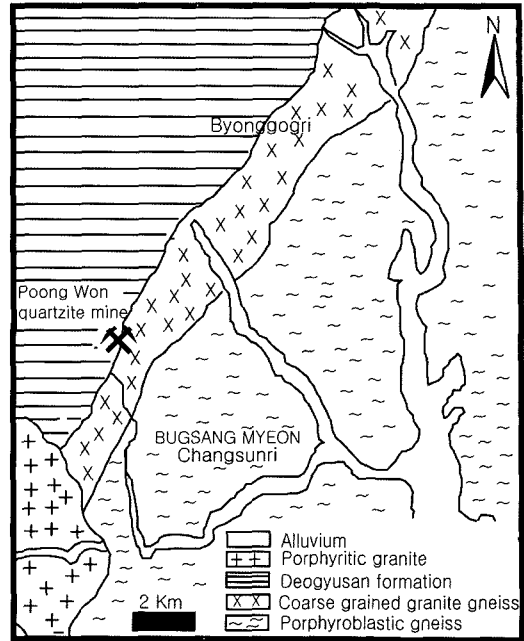


Fig. 2. Simplified geological map showing the location of the Poongwon quartzite mine (modified after Kim and Kim, 1970).

지역에 산출되는 암석은 광범위한 광역변성작용과 화강암화작용을 수차례 경험하였으며, 덕유산층은 소백산육괴에 잔류하고 있는 고기의 변성퇴적암류이다(대한지질학회, 1999). 이 지역 일대는 3회의 광역변성작용이 인지되고 있지만(이상만 등, 1981), 변성시기에 대해서는 석류석-흑운모 편암에 대한 Pb-Pb 연대가 1840 ± 26 Ma로 알려진 것 외에는 거의 없다(Chough *et al.*, 2000). 한편, 영남육괴에 분포하는 화강편마암에 대한 Rb-Sr, Pb-Pb 전암 연대가 일반적으로 21억년에서 18억년으로 측정되어 고원생대에서 중원생대 시기에 격렬한 산성질 화성활동이 있었음을 지시하고 있다(Chough *et al.*, 2000). 즉, 이 지역의 암석들은 선캠브리아 시대에 존재했던 퇴적분지에 퇴적되었던 니질암, 사질암 등이 광역변성작용과 화강암화작용에 의해 변성도가 높은 편마암류와 규암을 형성된 것으로 여겨진다. 규암은 수차례의 변성작용에 의해 주변의 고기퇴적암류(셰일, 사암 등)의 규소성분들이 추출되어 재결정되고 재배열되어 형성되었던 것으로 여겨진다.

반상변정편마암은 엽리가 잘 발달되어 있으며, 반상변정은 주로 미사장석, 석영이며, 주요광물은 사장석, 석영, 흑운모, 각섬석, 백운모와 불투명광물로 이루어져 있다. 조립질화강편마암은 석영, 장석, 세립의 흑운

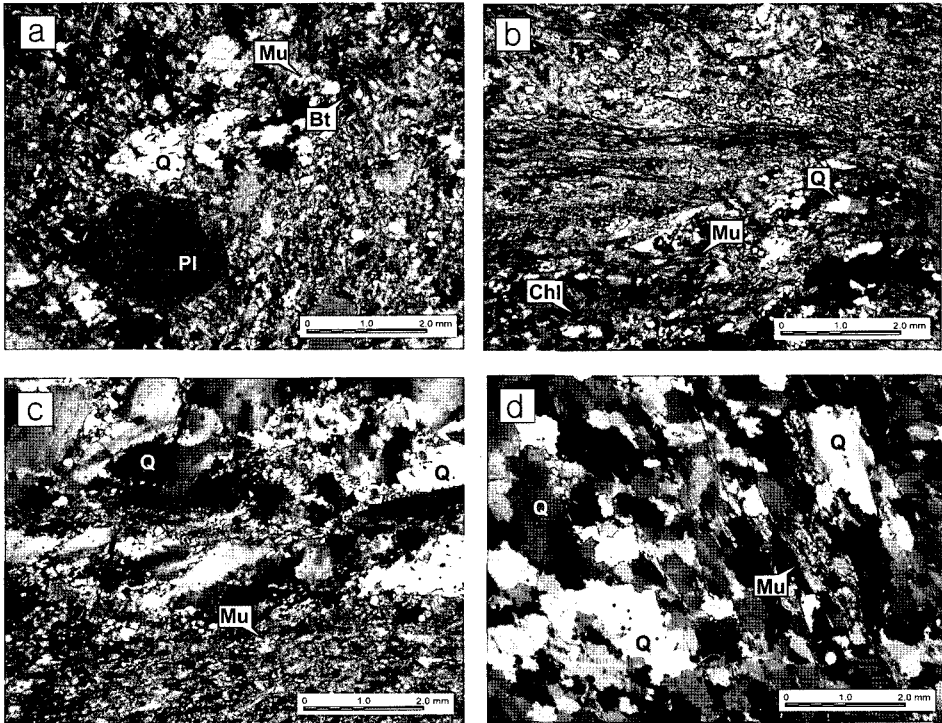


Fig. 3. Photomicrographs of coarse grained granite gneiss(a), mica schist of the Deogyusan formation(b), quartzite intercalated with mica schist(c) and the quartzite layer(d) showing textural relations. Q=quartz, Pl=plagioclase, Bt=biotite, Mu=muscovite, Chl=chlorite.

모와 백운모로 구성되어 있으며 전체적으로 세립의 기질에 석영과 장석의 반점이 관찰되며 미약한 엽리가 발달하고 있다(Fig. 3a). 유색광물은 대부분 흑운모로 구성되며, 간혹 인회석과 불투명광물이 관찰된다. 육안 관찰에 의해서는 거의 화강암과 유사한 조직을 보여준다. 조립질화강편마암-운모편암-규암으로 이어지는 경계부는 점이적인 변화를 보인다.

덕유산층은 석영-운모편암, 석영-견운모편암, 반상변정편암 등으로 구성되어지며, 이 지역은 대부분 석영-운모편암으로 이루어져 있다. 담녹색 내지 녹회색을 띠는 전형적인 운모편암은 엽리발달이 현저하며 엽리면을 따라 운모가 배열되어 있다. 대부분 백운모와 녹니석으로 구성된 엽리를 보이며, 극세립의 석영입자들이 엽리 사이를 채우고 있으며, 많은 부분이 고령토화되어 있다(Fig. 3b).

운모 편암과 규암의 경계부에서는 백운모와 석영으로 구성된 운모 편암 부분과 이에 협재되어 나타나는 규암 부분이 잘 관찰되며, 규암 내에는 균열을 따라 백운모가 집결되어 나타난다. 경계부에는 불투명광물과 저어콘이 관찰되기도 한다(Fig. 3c).

이 지역에 산출되는 규암층은 유색~담회색~담황색을 띠는 세립의 치밀하고 견고한 암상을 보여준다. 박층의 운모편암상도 규암층 내에서 흔하게 관찰되고 있다. 규암내에 운모가 협재되어 있어 햇빛에 반짝거리는 광택을 보여주며, 철산화물 성분(Fe_2O_3)에 의해 곳곳이 황갈색을 띠고 있다. 규암은 대부분 0.5~1mm 내외의 석영으로 구성되어 있으며, 약한 엽리가 발달되어 있다. 이 엽리면에 평행하게 침상의 백운모가 소량으로 배열되어 있으며, 드물게 저어콘이 함유되어 있는 것도 관찰된다(Fig. 3d).

3. 광상개요

조사대상지인 풍원광상을 구성하는 규암층은 이 지역의 정상부인 시루봉(고도 897.5 m) 서측 능선에서 관찰되며, 덕유산층인 운모편암과 편마암의 경계부에서 산출되고 있다. 규암층은 광체의 최대노출지인 고도 630 m 능선부에서는 주향연장거리가 최대 약 30 m, 경사길이는 최대 약 35 m, 높이가 최대 약 18 m로 렌즈상 혹은 소세지형(boudinage)으로 산출되고 있다(Fig.

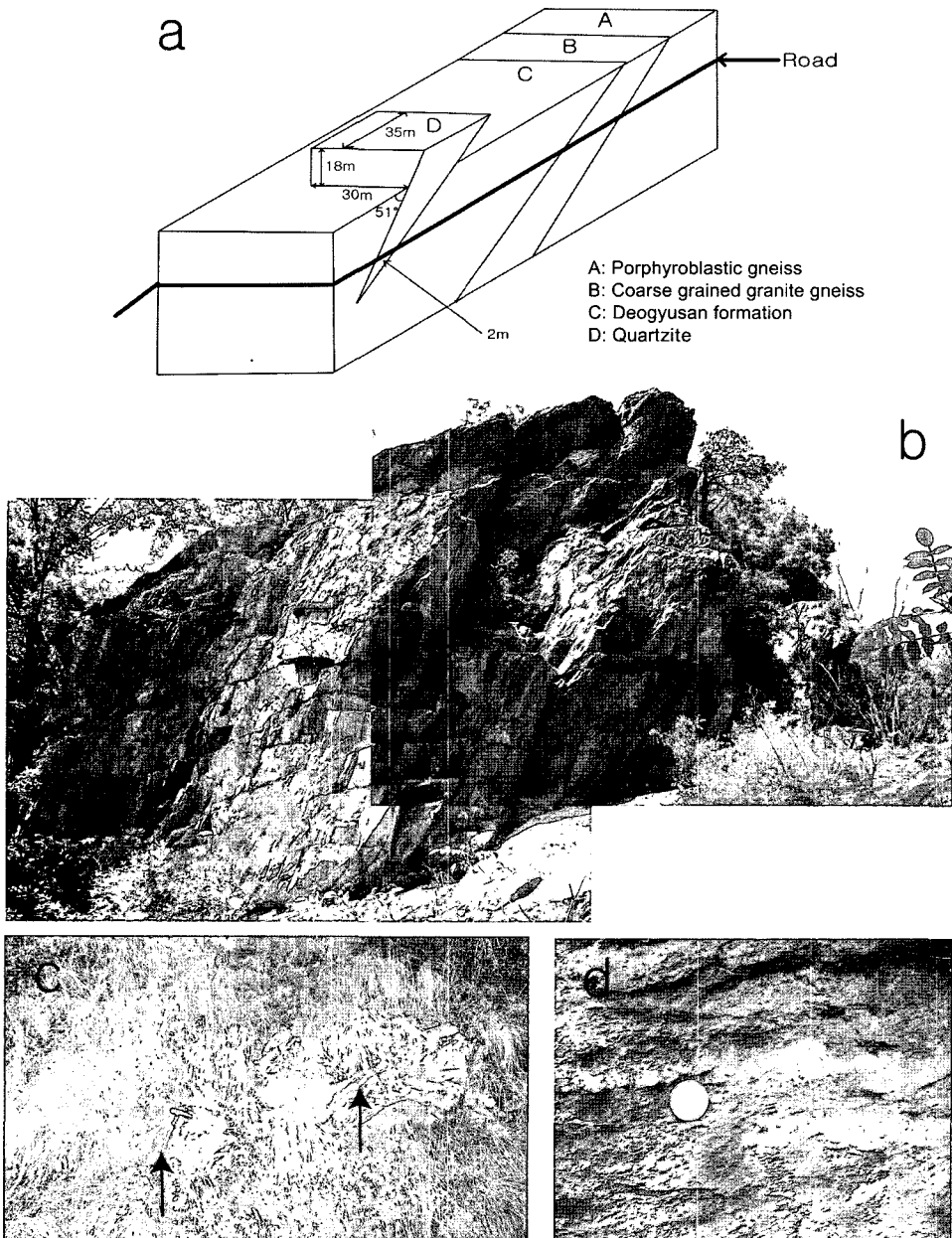


Fig. 4. Photographs of outcrops from the Poong Won quartzite mine. (a) Schema showing the 3-dimensional view of the deposit. (b) The summit of the exposed quartzite deposit. (c) The exposure of the quartzite deposit within the mica schist. (d) A discontinuous quartzite layer within the mica schist.

4a). 이곳의 규암의 층리면 자세는 $264/51$ 이며, 위치는 $35^{\circ}47'17.2''$ $127^{\circ}45'58.5''$ 이다(Fig. 4b).

산수리 마을로 진입하는 도로변에서 반상변정편마암/조립질화강편마암/운모편암을 관찰할 수 있으며, 운모편암내에 최대 2m 정도의 폭을 가진 규암이 노출되어 확인된다(Fig. 4c). 운모편암과 규암의 접촉면의 자세는

$237/60$ 이며, 편암과의 접촉부는 뚜렷한 편이다. 도로변에서 광체 정상부를 향해 가는 도중에 운모편암의 노두가 나타나고 1-2cm 정도의 규암층(layer)이 협재되어 있는 것이 흔하게 관찰된다(Fig. 4d). 이곳의 규암층은 대체로 1m 정도의 연장성을 보이지만, 곳곳에 절단되어 있는 불량한 연속성을 보인다. 규암과 주변

암석과의 강도 차이에 의해 규암 맥은 습곡형의 소형의 포켓상으로 산출되고 있는 경향을 보이는데 이는 광역변성작용을 받을 때 형성되어진 것으로 여겨진다.

운모편암과 협재되어 산출되어지는 규암층도 흔하게 관찰되는데, 이와 같이 운모편암과 협재되어 산출되는 규암은 운모편암과 함께 전석으로 떨어져 나와 버린 것을 관찰할 수 있다. 이는 규암으로만 되어 있는 것과 달리 풍화에 약했기 때문인 것으로 다른 암석과 협재되어 있지 않은 편암 상부에 놓인 규암으로만 되어있는 부분만이 광체의 정상부를 형성하고 있다. 이는 규암의 단단한 암질의 특성에 의하여 풍화에 강하여 두드러진 지형적 특징을 보이며 정상부로 솟아있는 것으로 여겨진다.

거창군으로부터 지정된 채석허가예정지에 배태되어 있는 규암광은 주향 N57°E-N84E, 경사 51°-60°NW (264/51~237/60)을 가지며, 부존 규모는 최대 층후 60 m, 연장 약 140 m, 최대 노출폭(露頭幅)이 약 35 m로 나타난다.

4. 매장량 및 품위

4.1. 매장된 규석의 량(매장량)

본 규석광에 대한 매장량 평가는 거창군에 의해 채석예정지로 허가되어진 지역을 중심으로 정밀야외지질조사에 근거하여 현재의 규암이 광체의 정상부에서 도로변까지 연속적으로 렌즈상으로 연장되어있는 것에 대한 매장광량을 계산하였다. 매장된 규석의 양을 계산하기 위해 규암이 배태되어진 평면도와 광량산출단면도

가 그려졌고, 주향방향에 20 m 간격으로 단면선을 그어 단면적을 구하고, 그 단면적 사이의 평균단면적을 산출하였으며, 평균단면적에 단면간 거리 20 m를 곱하여 체적을 구하였다(Table 1). 규석의 비중은 일반적으로 알려진 것이 2.65를 적용하여 계산되었다. 채취 가능한 규석의 총량은 채광시 표토, 불순물 협재, 지형 및 제도 오차 등을 고려하여야 하므로, 지형 오차 공제율 5%와 제도 오차 공제율 5%, 폐석 공제율 10% 등 20%를 공제한 후 가채율을 90%로 하여 계산하였다. 이에 따르는 가채매장광량계산표에 의해 가채확정광량은 200,811톤 M/T로 추정되어진다(Table 1).

본 광산의 채굴대상인 규암층(규석)은 산사면을 따라 지표상에 피상으로 노출되어 있어 채광방법은 노천 채굴 방식을 적용하는 것이 합리적이라고 판단된다(우재익, 1993). 채광작업은 암피노두에서 일정한 고도와 사면경사를 유지하면서 계단식 채굴법을 적용하여 계단상으로 작업을 진행되는 것이 합리적일 것이다. 본 규석광산의 채취 가능한 규석 총량(가채확정광량)은 200,811 M/T로 연간 60,000 M/T씩 채광할 경우 약 3년정도 채광이 가능한 광산으로 평가된다. 규석을 생산하는 국내의 주요광산의 연간 생산량, 국내시장성, 본 규석광의 크기와 광상의 상황(즉, 지형적 위치, 지질학적 상황)등을 고려할 때, 월간 예상생산량은 생산조광 5,000톤/월에 생산정광 4,500톤/월이 적절한 생산량으로 여겨진다.

4.2. 품위

전 세계적으로 규석의 품위는 불순물이 적게 포함하

Table 1. Calculation of the reserve from the Poongwon quartzite deposit.

cross-section-al line	section area (m ²)	average section area (m ²)	distance between section area (m)	deduction rate due to the geographical error (%)	deduction rate due to the draft error (%)	deduction rate due to the gangue materials (%)	Provi-sional extraction rate (%)	density	Provisional extraction volume (M/T)
L1	0	83	20	5	5	10	90	2.65	3,167
L2	166	361	20	5	5	10	90	2.65	13,776
L3	555	804	20	5	5	10	90	2.65	30,681
L4	1,053	1,107	20	5	5	10	90	2.65	42,243
L5	1,161	1,207	20	5	5	10	90	2.65	46,059
L6	1,253	1,116	20	5	5	10	90	2.65	42,587
L7	979	536	20	5	5	10	90	2.65	20,453
L8	92	46	20	5	5	10	90	2.65	1,755
L9	0								
Sum		5,260	20	Calculated total volume of the reserve			278,780M/T		200,811

Table 2. Major element data for the quartzite samples from the Poongwon quartzite deposit (L1~L10, R1~R10) including quartzite intercalated within mica schist (A-1 and A-2), and mica schist (A-3).

Sample	A-1	A-2	A-3A	L-1	L-3	L-4	L-5	L-7	L-9
SiO ₂	77.64	84.58	64.12	95.23	94.56	95.92	93.70	93.15	91.25
TiO ₂	0.03	0.05	0.69	0.11	0.07	0.06	0.03	0.09	0.09
Al ₂ O ₃	13.28	9.10	18.56	3.03	3.12	3.12	4.05	4.67	5.41
Fe ₂ O ₃ ^T	1.49	1.64	7.17	0.45	0.59	0.33	0.35	0.46	1.29
MnO	0.02	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.27	0.23	1.60	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
CaO	3.34	0.21	0.16	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
Na ₂ O	3.27	0.47	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.29	2.25	4.25	0.62	0.65	0.28	0.60	1.05	1.23
P ₂ O ₅	0.03	0.00	0.06	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
LOI	0.89	1.60	3.52	0.33	0.34	0.51	0.45	0.50	0.73
Total	100.55	100.15	100.53	99.84	99.43	100.31	99.26	100.02	100.08
Q	49.44	72.67	41.12	93.05	92.53	94.79	92.21	89.26	86.38
C	1.57	5.59	13.70	2.26	2.33	2.72	3.31	3.44	4.00
Or	1.72	13.52	26.07	3.69	3.88	1.66	3.59	6.24	7.33
Ab	27.77	4.04	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An	16.48	1.06	0.46	0.30	0.29	0.29	0.35	0.29	0.30
Hy	2.56	2.65	12.31	0.37	0.66	0.32	0.40	0.45	1.52
Mt	0.33	0.37	1.77	0.12	0.14	0.09	0.08	0.12	0.30
Il	0.06	0.10	1.36	0.21	0.13	0.11	0.06	0.17	0.17
Ap	0.07	0.00	0.14	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00

Q=quartz, C=Corundum, Or=Orthoclase, Ab=Albite, An=Anorthite, Hy=Hypersthene, Mt=Magnetite, Il=Ilmenite, Ap=Apatite.

Sample	L-10	L-11	L-12	R-1	R-3	R-5	R-6	R-7	R-9	R-10
SiO ₂	94.21	95.66	71.34	93.74	94.62	95.58	93.31	95.08	92.25	96.16
TiO ₂	0.07	0.07	0.35	0.05	0.04	0.17	0.04	0.17	0.07	0.02
Al ₂ O ₃	2.99	2.01	14.88	3.42	2.61	2.45	3.82	3.12	4.46	2.70
Fe ₂ O ₃ ^T	0.88	1.12	3.52	0.68	1.42	1.01	1.53	0.62	1.26	0.71
MnO	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.00	0.04	0.53	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
CaO	0.06	0.06	1.85	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
Na ₂ O	0.00	0.00	2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.54	0.39	5.34	0.76	0.54	0.45	0.87	0.68	0.85	0.56
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LOI	0.34	0.14	0.89	0.29	0.17	0.24	0.45	0.52	0.52	0.30
Total	99.10	99.50	101.06	99.03	99.49	99.98	100.12	100.27	99.50	100.52
Q	92.76	94.07	32.02	91.53	92.33	93.59	89.35	92.39	89.16	93.33
C	2.33	1.49	2.40	2.50	1.91	1.84	2.76	2.26	3.47	1.98
Or	3.24	2.32	31.62	4.56	3.22	2.67	5.17	4.03	5.08	3.31
Ab	0.00	0.00	18.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An	0.30	0.30	8.43	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30
Hy	1.03	1.42	5.21	0.81	1.79	0.97	1.95	0.47	1.56	0.88
Mt	0.21	0.26	0.84	0.16	0.32	0.26	0.34	0.17	0.29	0.16
Il	0.13	0.13	0.67	0.10	0.08	0.32	0.08	0.32	0.13	0.04
Ap	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

는 화성기원의 석영맥이나 페그마타이트맥에 산출되는 석영은 대체로 그 품질이 양호하고, 퇴적암이 변성

작용을 받아 형성된 퇴적기원의 규암인 경우에는 퇴적 당시 불순물의 혼입 및 변성과정 중 불순광물 혹은 원

소의 생성으로 품위면에서 다소 떨어지는 것이 대부분이다(Kesler, 1994). 불순광물은 충준을 따라 배태되는데 백운모가 불순광물의 주를 이루는 것이 일반적인 퇴적기원의 규암에 나타나는 경향이다. 규석광은 국내에서는 매장량이 풍부한 광물 중에 하나이며, 퇴적기원의 사암이 변성을 받아 형성된 규암층이 주를 이루고 있다. 그리고 국내 규석생산량의 대부분을 차지할 만큼 많은 매장량을 가지고 있지만 국내에서 고품위의 규사는 얻기 어려운 실정이다(대한광업진흥공사, 1988).

본 규암에서 채취한 규석광의 품위를 결정하기 위해 전암(全岩) 화학분석은 부경대학교의 공동실험실습관의 X선 형광분석기(XRF)를 사용하여 분석되었다(Table 2). 화학분석을 위한 시료 채취시에 육안관찰을 통하여 품위가 높아 보이는 신선한 것을 선택적으로 채취하였으며, 육안으로 보기에 가장 품위가 높아 보이는 곳이 광체의 정상부로 여겨진다. 규석 광체가 노출되어 있는 능선부 노두의 중심부를 기준으로 각 2 m 간격으로 좌측과 우측으로 각 10개의 시료(L1~L10, R1~R10)를 채취하였으며, 이중 좌측과 우측에서 각 7개의 샘플에 대하여 주성분 원소를 분석하였다. 또한 운모편암내에 협재된 규암(A-1), 운모편암과의 경계부(A-2), 운모편암(A-3)에 대한 주성분 원소에 대한 화학성분 분석도 수행되었다(Table 2).

규석광의 품위를 결정하는 가장 중요한 원소인 SiO₂의 함량을 살펴보면 광체의 최대노출지인 고도 630 m 능선부에서의 좌측의 7개 시료에서 91.25~95.92 (wt.%)의 범위로 평균값은 94.00 (wt.%), 표준편차는 1.52를 보였다. 우측의 7개 시료에서는 92.25~96.16 (wt.%)의 범위로 평균값은 94.39 (wt.%), 표준편차는 1.37을 보였다. 도로변의 규암(L11, L12)을 포함하는 분석된 모든 16개 규암의 분석치는 SiO₂의 함량에서 91.25~96.16 (wt.%)의 범위와 평균값은 94.38 (wt.%), 표준편차는 1.40을 보였다. 한편, CIPW 노름 (norm) 광물 값으로 환산하여 석영만의 함량을 살펴보면 86.4~94.8 wt%의 범위를 가지며, 평균 91.9 wt%와 표준편차 2.3을 보인다(Table 2).

본 광산의 규석광에 대한 시료 분석 결과, 주로 구성된 원소(1 wt% 이상)는 SiO₂=91.25~96.16 wt%, Al₂O₃=2.01~5.41 wt%, Fe₂O₃=0.33~1.53 wt%, K₂O=0.28~1.23 wt%이며, 산술평균품위는 SiO₂=94.4 wt%, Al₂O₃=3.3 wt%, Fe₂O₃=0.8 wt%, K₂O=0.7 wt%이다. 이러한 품위의 규석광은 주로 주물사용, 건축용, 시멘트용으로 사용되어진다(한국지질자원연구원, 2004).

5. 결 언

경상남도 거창지역에 산출되는 풍원규암광은 선캠브리아시대인 덕유산층인 운모편암과 편마암의 경계부에서 렌즈상 혹은 소세지형(boudinage)으로 산출되고 있다. 매장된 규석의 양은 최대 총매장광량 278,780톤(M/T), 채취 가능한 규석의 총량(가체확정광량)은 200,811톤(M/T)으로 평가되며, 월별 5,000톤(연간 60,000톤)씩 채광할 경우 약 3년정도 채광이 가능한 광산으로 평가된다. 매장된 규석의 품위는 SiO₂=91.25~96.16 wt% (평균 94.4%), Al₂O₃=2.01~5.41 wt%(평균 3.3%), Fe₂O₃=0.33~1.53 wt%(평균 0.8%), K₂O=0.28~1.23 wt%(평균 0.7%)이며, 본 규석광상에서 산출되는 품위의 규석은 화학적 기준으로 판단하면, 경우에 따라서는 유리용으로도 적용 가능하겠지만, 대부분 주물사용, 건축용, 시멘트용 등으로 적절할 것 같다.

사 사

본 논문의 부족한 많은 부분을 수정·조언하여 주신 유장한 박사님과 익명의 심사자에게 깊은 감사를 보냅니다.

참고문헌

- 김남장, 김정환 (1970) 한국지질도-1:50,000 거창도폭. 국립지질조사소.
 대한지질학회 (1999) 한국의 지질, 802p.
 대한광업진흥공사 (1988) 한국의 광상, 제11호(비금속편), 1379p.
 대한광업진흥공사 (1989) 비금속광물특성조사보고서(규석, 장석편), 547p.
 대한광업진흥공사 (2001) 광업요람.
 우재억 (1993) 자원개발공학, 원화출판사, 484p.
 이상만, 나기창, 이상현, 박배영, 이상원 (1981) 소백산육괴(남동부)의 변성암복합체에 대한 변성작용에 관한 연구. 지질학회지, 17권, p.169-188.
 한국지질자원연구원 (2004) 광산물수급동향, <http://www.kigam.re.kr>
 Chough, S.K., Kwon, S.-T., Ree, J.-H. and Choi, D.K. (2000) tectonic and sedimentary evolution of the Korean peninsula: a review and new view. Earth-Sci. Rev., 52, 175-235.
 Kesler, S.E. (1994) Mineral Resources, Economics and the Environment. Maxwell Macmillan International, 391p.